

# CẢI THIÊN PHƯƠNG PHÁP TƯỚI TIÊU ĐỂ GIẢM THIỂU ĐỘ MẶN TRONG VÙNG RỄ NHẪM NÂNG CAO NĂNG SUẤT LÚA Ở VÙNG VEN BIỂN PHÍA BẮC VIỆT NAM THÔNG QUA KỸ THUẬT ĐỒNG VỊ VÀ CÁC KỸ THUẬT KHÁC LIÊN QUAN

**Dương Hải Sinh, Khương Minh Cường**

*Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường*

**Đặng Đức Nhận**

*Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam*

**Hà Lan Anh**

*Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân*

**L.K. Heng**

*Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế, IAEA*

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu tìm kiếm một phương pháp tưới tiêu phù hợp thay thế phương pháp truyền thống để giảm thiểu độ mặn trong vùng rễ nhằm cải thiện năng suất của các giống lúa “thơm” đặc biệt được trồng trên Đất mặn nhiều ở vùng ven biển Hải Huyện Hậu, tỉnh Nam Định, miền Bắc Việt Nam. Đối với nghiên cứu này, kỹ thuật đồng vị kết hợp với các kỹ thuật thủy văn đã được áp dụng để điều tra nguồn gốc của độ mặn trong nước tại vùng rễ. Các kỹ thuật bao gồm: i) xác định mối liên hệ giữa tỷ lệ deuterium và oxy-18 ký hiệu ( $\delta^2H$  và  $\delta^{18}O$ ) trong lượng mưa cục bộ, trong nước tưới và trong nước tại vùng rễ; ii) điều tra mối liên hệ giữa hàm lượng ion  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Na^+$  trao đổi và nồng độ clorua trong nước lỗ rỗng; iii) điều tra mối liên hệ của  $\delta^{18}O$  và nồng độ clorua trong nước tại vùng rễ. Biết được nguồn gốc của độ mặn trong vùng rễ, người ta có thể đề xuất một phương pháp tưới tiêu mới nhằm giảm thiểu độ mặn trong đất trồng trọt.

**Từ khóa:** xâm nhập nước mặn; tưới tiêu; tỷ lệ oxy-18, trao đổi ion Ca-Na

**Summary:** The purpose of this study was to search for an appropriate irrigation practice to replace the traditional one in order to mitigate salinity in root zone for improving the yield of the special “fragrance” rice varieties planted on Hapli Salic Fluvisols in a coastal area of the Hai Hau district, Nam Dinh province, North Vietnam. For this, isotopic combined with hydrogeological techniques were applied to investigate the source of salinity in water within the root zone. The techniques include: i) determination of the relationship between deuterium and oxygen-18 signatures ( $\delta^2H$  and  $\delta^{18}O$ ) in the local precipitation, in the irrigation water, and in water within root zone; ii) investigation into the relationship between concentrations of exchangeable  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Na^+$  cations and concentration of chloride in soil-pore water; iii) investigation into the relation of the  $\delta^{18}O$  and chloride concentration in water within the root zone. Knowing the source of salinity in the root zone one could be able to suggest a new irrigation practice to mitigate the salinity in the cultivated soil.

**Key words:** salt water intrusion; irrigation; oxygen-18 signature, Ca-Na cation exchange

## LỜI MỞ ĐẦU

Trong lịch sử phát triển địa lý lâu đời, ở phía bắc Việt Nam, sông Hồng đã tạo ra một đồng bằng

màu mỡ gọi là đồng bằng sông Hồng (ĐBSH). ĐBSH có diện tích khoảng 15.000km<sup>2</sup> (1,5 triệu ha), trong đó có gần 20 triệu cư dân đang sinh

Ngày nhận bài: 24/9/2018

Ngày thông qua phản biện: 26/10/2018

Ngày duyệt đăng: 15/11/2018

sống. Theo ước tính, hơn 50% tổng diện tích của ĐBSH thấp hơn 2m so với mực nước biển trung bình (Pruszek và cộng sự, 2001). Trong tổng diện tích của vùng đồng bằng, 1,2 triệu ha hiện đang được sử dụng cho canh tác (Bộ NN & PTNT, 2010). Năng suất hàng năm của cây ngũ cốc từ vùng đồng bằng được ước tính lên đến 6,1 triệu tấn (Bộ NN & PTNT, 2010). Để duy trì năng suất cây trồng, các triều đại phong kiến Việt Nam cũng như nông dân địa phương đặc biệt chú ý đến công tác tưới tiêu. Một mạng lưới đê bao phủ dày đặc đã được xây dựng từ thế kỷ 13 để bảo vệ đất khỏi ngập lụt từ hệ thống sông và bão từ biển.

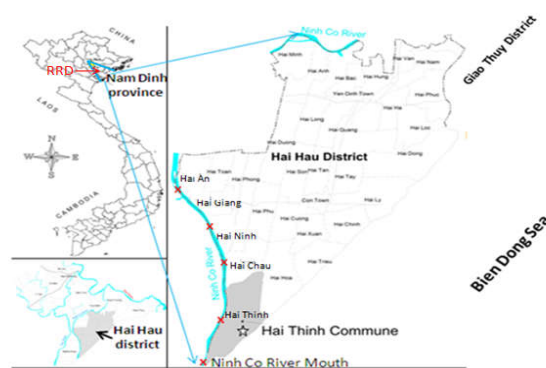
Phương pháp tưới tiêu chính được sử dụng trong vùng ĐBSH là tưới ruộng lúa với hiệu quả sử dụng nước thấp và chi phí điện cao (khoảng 300 kwh/ha, Fontenelle, 2001). Ngày nay, ở vùng ĐBSH, phương pháp canh tác đã được thay đổi nhiều, chuyển sang sử dụng các phương tiện cơ học. Để vận hành máy dễ dàng hơn, trước khi thu hoạch lúa, nông dân địa phương xả hết nước ra khỏi đồng ruộng và rơm rạ được dọn sạch rồi đốt cháy (Hình 2a). Việc này khiến cho cánh đồng giữa hai mùa lúa trồng không dẫn đến đất bị nứt dưới thời tiết nóng (Hình 2b). Đất nứt tạo điều kiện bốc hơi để lại muối trong đất tồn tại trong vùng rễ sâu 1,0-1,2 m so với bề mặt. Độ mặn cao trong đất canh tác được cho là nguyên nhân khiến năng suất cây trồng thấp ở dọc bờ biển thuộc vùng ĐBSH.

Mục tiêu của nghiên cứu này là phát triển một phương pháp tưới tiêu thay thế nhằm nâng cao năng suất lúa trồng trên *Đất mặn nhiều* với độ mặn tương đối cao ở huyện Hải Hậu, miền Bắc Việt Nam. Nghiên cứu được hỗ trợ bằng việc sử dụng các kỹ thuật đồng vị, cụ thể là sử dụng đồng vị ổn định nước của đeteri và oxy-18 trong các loại nước khác nhau: nước mưa, nước tưới,

nước trong vùng rễ và mối liên hệ với nồng độ ion clorua như một chất chỉ thị cho muối biển. Dường như việc áp dụng kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu để cải thiện phương pháp tưới tiêu ở vùng ven biển nhằm đạt năng suất cây trồng cao được tiến hành lần đầu tiên tại Việt Nam.

## KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Cánh đồng với diện tích 5 ha ở xã Hải Thịnh, huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định, nằm ở phía tây nam vùng ĐBSH đã được lựa chọn cho nghiên cứu này. Hình 3 mô tả lược đồ vị trí nghiên cứu và Hình 4 là ruộng được sử dụng cho nghiên cứu.



Hình 3. Lược đồ cho thấy khu vực nghiên cứu tại xã Hải Thịnh, huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định, nằm ở phía tây nam vùng Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH)

Huyện Hải Hậu thuộc tỉnh Nam Định nổi tiếng trên toàn quốc và một số nơi trên thế giới với các giống lúa truyền thống đặc biệt, Tám “thơm”, cách đây rất lâu đã được xuất khẩu sang Pháp cho người tiêu dùng Pháp-Việt với một mức giá cao hơn. Trong những thập kỷ qua, năng suất của các giống lúa và cây trồng khác ngày càng thấp hơn. Các nhà nông học Việt Nam đã xác định nguyên nhân làm giảm sản lượng lúa trong khu vực đó là do hàm lượng muối trong đất tăng mặc dù nước tưới là nước ngọt. Nồng độ clorua trong nước ở khu vực

nghiên cứu được đo là hơn  $2.500 \text{ mg L}^{-1}$ . Độ pH của đất cả trong nước và dung dịch KCl từ 5 (bề mặt) đến 7,8 (ở độ sâu 140-160 cm so với bề mặt) (Phạm Anh Tuấn và cộng sự, 2013). Phương pháp tưới tiêu hiện đang được nông dân địa phương sử dụng là ruộng lúa truyền thống giống như ở các vùng ven biển khác như đã đề cập ở trên.

Hiện tượng xâm nhập mặn hiện đang được các nhà địa chất học Việt Nam cũng như các nhà địa chất thủy văn quốc tế nghiên cứu và vấn đề vẫn còn đang được thảo luận. Câu hỏi đặt ra là liệu độ mặn trong tầng chứa nước cạn có nguồn gốc từ biển hay chỉ là do sự khuếch tán từ các lỗ hổng của trầm tích tầng chứa nước?

## **HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC VÀ TƯỚI TIÊU TRONG KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

Nước tưới ở huyện Hải Hậu được bơm từ sông Ninh Cơ (Hình 3); đây là một nhánh của sông Hồng. Nước bơm được cấp trước tiên vào kênh chính dài 218 km sau đó đến các kênh thứ cấp dài 838 km rồi chảy vào ruộng. Trong ruộng, người nông dân đã tự tạo ra các kênh chéo để lấy nước. Công tác tưới tiêu thường được Công ty tưới tiêu trong huyện lên kế hoạch trong mùa canh tác. Tổng số trạm bơm ở huyện Hải Hậu là 68 trạm với công suất khoảng  $60\,000 \text{ m}^3/\text{giờ}$ . Các trạm bơm ở các xã Hải An, Hải Giang và Hải Ninh ở phía Bắc là các trạm tưới tiêu, còn các xã Hải Châu và Hải Thịnh ở phía Nam là các trạm thoát nước (Hình 3). Các hệ số tưới tiêu của huyện Hải Hậu được ước tính là  $1.16 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  and  $4.8 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ , thấp hơn một chút so với giá trị mục tiêu  $1.25 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  and  $5.5 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  tương ứng (ND DARD, 2011).

## **PHƯƠNG PHÁP**

### *Quy trình lấy mẫu*

Các mẫu đất được lấy từ tám vị trí xung quanh các phía và một vị trí ở giữa đồng để nghiên cứu đặc tính của đất. Trong số 9 vị trí trên, 3 vị trí dọc theo một đường chéo của ruộng được quy định lấy đất theo phẫu diện từ mặt đất xuống sâu 1,0 m; đây là độ sâu vùng rễ của cây lúa. Ở 6 vị trí còn lại xung quanh các phía ruộng, mẫu đất chỉ được thu thập từ lớp đất canh tác, tức là từ bề mặt đến độ sâu 20 cm. Các mẫu đất được lấy bằng cách sử dụng một mũi khoan lấy mẫu sâu (Eijkelkamp, Hà Lan). Các mẫu phẫu diện đất được tách thành các phần dài 20 cm, tất cả các mẫu phụ và mẫu đất bề mặt được lưu trữ trong các lọ nhựa có nắp đậy chặt. Các mẫu được vận chuyển đến phòng thí nghiệm ở Hà Nội và bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ  $4^\circ\text{C}$  cho đến khi phân tích.

Lượng mưa cục bộ được thu thập hàng tháng bằng cách sử dụng một thiết bị được xây dựng theo đề xuất của IAEA (IAEA, 2002). Thiết bị được lắp đặt trên mái nhà của Trung tâm thủy lợi Môi trường Ven biển và Hải đảo thuộc miền Bắc (Việt Nam), nằm ở thị trấn Thịnh Phong, cách ruộng lúa khoảng 2 km. Vào ngày giữa tháng, nước trong thùng chứa được khuấy kỹ rồi nhỏ giọt vào một lọ polyethylene mật độ cao (HDPE) dung tích 50 ml và gửi đến phòng thí nghiệm ở Hà Nội để phân tích thành phần đồng vị.

Nước tưới được lấy mẫu ở năm điểm từ cửa sông Ninh Cơ ngược dòng 20 km lên đến trạm bơm Hải An (các điểm giao nhau được mô tả trong hình 3) vào tháng 8 và tháng 12 hàng năm vì đây là các tháng tương ứng cho mùa mưa và mùa khô.

*Ảnh hưởng của thủy triều đến mực nước ngầm và thành phần hóa học của nước ngầm để suy*

*ranguyên nhân xâm nhập*  
*mặn*

Để theo dõi ảnh hưởng của thủy triều đến mực nước ngầm trong vùng rẫy, hai giếng cạn có độ sâu 1,5 m đã được đào ở 2 góc trong ruộng nghiên cứu. Mỗi giếng gồm hai ống chống làm từ nhựa PVC. Ống chống bên ngoài có đường kính trong 120 mm và chiều dài 1800 mm sao cho 300 mm chiều cao ống nằm phía trên bề mặt ruộng để nước tưới không chảy trực tiếp vào bên trong ống mà chỉ thâm nhập vào vùng rẫy. Ống chống bên trong có đường kính trong 60 mm và có cùng chiều dài. Phần đáy ống bên trong với chiều dài 400 mm được đục lỗ để cho nước vào. Phần đục lỗ được phủ bằng các vật liệu PVC để bảo vệ các lỗ không bị tắc do đất cát. Khoảng trống giữa hai ống chống được phủ bằng cát thô và mịn để tránh các chất lơ lửng và đất rơi vào bên trong. Dùng đất lấp lại các lỗ. Mực nước ngầm trong các giếng được theo dõi bằng máy đo áp suất (Solinst 101 P2, Canada). Các ống được đậy kín để tránh nước mưa rơi vào và để đảm bảo rằng nước bên trong ống chỉ là nước từ vùng rẫy. Hình 6 mô tả cách lắp đặt đã thực hiện.



*Hình 6. Lắp đặt các giếng cạn để theo dõi ảnh hưởng của thủy triều đến mực nước ngầm và thành phần hóa học của nước ngầm trong ruộng nghiên cứu*

Vì mực nước ngầm trong khu vực nghiên cứu đủ cao nên có thể dễ dàng lấy các mẫu nước từ giếng khoan bằng tay. Khoảng 100ml mẫu nước dùng để phân tích hóa học được lọc qua màng polycarbonate với kích cỡ lưới 0,45  $\mu\text{m}$  sau đó chia thành hai phần, một phần được axit hóa với 1-2 giọt  $\text{HNO}_3$  (65%, cấp PA, Merck, Đức) đến độ pH 1-2 để phân tích cho các ion dương ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$ ). Một phần khác không được axit hóa để phân tích các ion âm ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) và các thành phần đồng vị ổn định nước. Tất cả các mẫu được đựng trong lọ HDPE dung tích 50 ml và sau đó được vận chuyển đến phòng thí nghiệm ở Hà Nội để phân tích.

#### *Nguồn nước trong vùng rẫy của cây lúa*

Các nguồn nước trong vùng rẫy ở cả hai ruộng nhỏ được xác định trong mỗi mùa dựa trên thành phần đồng vị ổn định nước của oxy-18 và deuteri ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ) trong lượng mưa cục bộ, trong nước từ sông Ninh Cơ và trong nước tại vùng rẫy được lấy từ hai giếng cạn (Đặng ĐN, 2015).

#### *Nghiên cứu cải thiện phương pháp tưới tiêu đã thay đổi để giảm thiểu độ mặn trong vùng rẫy*

Ruộng được chia thành hai ruộng nhỏ bằng một đê đất. Trong một ruộng nhỏ, duy trì phương pháp tưới tiêu truyền thống và đây được gọi là ruộng tham chiếu, còn trong ruộng nhỏ thứ hai, áp dụng phương pháp tưới tiêu mới. Phương pháp đổi mới này được thiết kế bằng cách duy trì nước quanh năm không thoát nước trong suốt thời gian thu hoạch cũng như giữa hai mùa lúa như trong Hình 7. Lúa được trồng trên ruộng là giống "Tám thơm" theo tên địa phương. Chế độ canh tác lúa ở hai ruộng nhỏ có tỷ lệ bón phân như nhau. Thử nghiệm được tiến hành trong hai mùa: hè-thu (tháng 6-9) và đông-xuân (tháng 1-5) trong giai đoạn 2015-2017. Năng suất của hai

ruộng nhỏ được so sánh thông qua năng suất của hạt gạo sau khi phơi khô dưới ánh nắng mặt trời (theo kinh nghiệm của nông dân) và tách riêng với các hạt rỗng.

#### *Nghiên cứu sự xâm nhập mặn và khử mặn trong đất*

Sự xâm nhập mặn và khử mặn trong đất được nghiên cứu dựa trên mối liên hệ giữa nồng độ clorua và hàm lượng natri, canxi và magiê trao đổi và dựa trên mối liên hệ giữa tỷ lệ oxy-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) và nồng độ clorua trong nước trong vùng rễ cây lúa được mô tả chi tiết bởi Clark và Fritz (1997) hoặc Appelo và Postma (2007).

#### **PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH**

*Kết cấu đất* được phân tích bằng phương pháp nhỏ giọt (Olmstead và cộng sự, 1930) và được tiến hành tại Viện Đất và Hóa chất Nông nghiệp, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam với một số thay đổi (ISA, 1998).

*Độ pH của đất:* 25 g mẫu đất đầu tiên được sấy khô ở nhiệt độ phòng sau đó được chiết bằng dung dịch KCl 1M (đất: dung dịch = 1: 5), sau đó đo độ pH bằng cách sử dụng máy đo pH (TOA, Nhật Bản). Đầu dò được hiệu chuẩn sử dụng dung dịch pH chuẩn 4,75 và 8,20.

*Hàm lượng  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  trao đổi trong đất:* 25 g mẫu đất sấy khô ngoài trời được chiết bằng dung dịch ammonium acetate 1M ở độ pH7 (đất: dung dịch = 1:5) trên máy lắc sau khi lọc qua bộ lọc polycarbonate có kích thước lỗ 0,45  $\mu\text{m}$ . Các chất chiết xuất được phân tích các ion dương và ion âm ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , và  $\text{PO}_4^{3-}$ ) bằng phép sắc ký ion sử dụng DIONEX 600 (Mỹ).

*Nước lỗ rỗng trong đất* được tách ra khỏi các mẫu đất bằng cách chưng cất đông lạnh dưới môi trường chân không (Nhan và cộng sự, 2012). Nước này sau đó được phân tích các

thành phần đồng vị ổn định nước.

*Phân tích thành phần đồng vị ổn định nước* được thực hiện trên một Khối phổ kế đo tỷ lệ đồng vị liên tục (Micro Mass, Anh) được trang bị Máy phân tích nguyên tố Euro-vector (Ý) (Nhan và cộng sự, 2012). Trước khi phân tích, các mẫu nước được lọc qua màng polycarbonate với kích thước lỗ 0,45  $\mu\text{m}$  để loại bỏ các chất huyền phù còn tồn tại. Thành phần đồng vị ổn định nước được thể hiện bằng ký hiệu delta ( $\delta$ ) như sau

$$\delta^2\text{H} = \left( \frac{R_{2\text{H, sample}}}{R_{2\text{H, std}}} - 1 \right) * 1000$$

$$\delta^{18}\text{O} = \left( \frac{R_{18\text{O, sample}}}{R_{18\text{O, std}}} - 1 \right) * 1000$$

Trong đó  $R_{2\text{H, sample}}$ ,  $R_{2\text{H, std}}$ ,  $R_{18\text{O, sample}}$ , và  $R_{18\text{O, std}}$  là các tỷ lệ đồng vị của  $^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  lần lượt trong mẫu và theo tiêu chuẩn. Giá trị của ký hiệu delta được biểu thị bằng mil (‰). Tiêu chuẩn được sử dụng trong phân tích đồng vị ổn định nước là Tiêu chuẩn nước biển trung bình của Vienna (VSMOW) (Coplen, 1994).

Độ chính xác của  $\delta^2\text{H}$  cao hơn  $\pm 2\text{‰}$  và của  $\delta^{18}\text{O}$  là  $\pm 0.2\text{‰}$ . Chương trình kiểm soát và đảm bảo chất lượng được áp dụng trong việc xác định hàm lượng ion bằng cách phân tích các giải pháp tiêu chuẩn do nhà cung cấp IC cung cấp (DIONEX). Độ lệch chuẩn của các kết quả phân tích tốt hơn  $\pm 3\%$  so với giá trị đã được chứng nhận cho phân tử tương ứng.

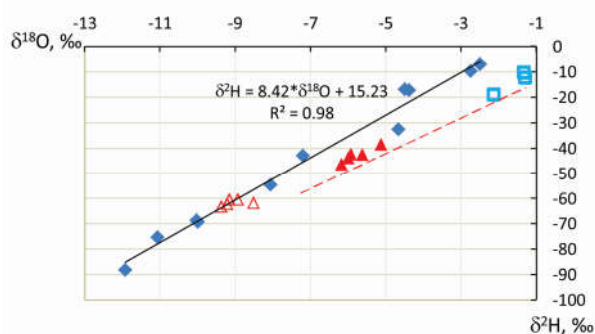
#### **KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

##### ***Thành phần đồng vị của lượng mưa cục bộ, nước biển và nước từ sông Ninh Cơ***

Hình 8 mô tả mối liên hệ giữa  $\delta^2\text{H}$  vs.  $\delta^{18}\text{O}$  đối với lượng mưa cục bộ thu được hàng tháng tại thị trấn Thịnh Long, huyện Hải Hậu trong các

năm 2013-2016. Hình 8 cũng cho thấy thành phần đồng vị của nước biển và nước từ sông Ninh Cơ là nguồn nước tưới cho huyện Hải Hậu. Nước biển và nước từ sông Ninh Cơ được lấy vào giữa tháng 8 và tháng 12 tương ứng với mùa mưa và mùa khô

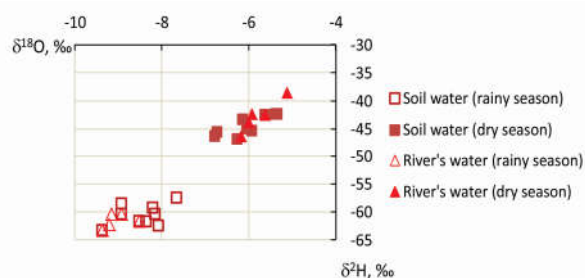
Như đã thấy trong Hình 8, trong mùa mưa, thành phần đồng vị của nước từ sông Ninh Cơ tương tự như thành phần đồng vị của lượng mưa cục bộ, nhưng trong mùa khô, nước từ sông dường như bốc hơi nên thành phần đồng vị trở nên phong phú hơn (Hình 8). Ngoài ra, có vẻ như trong mùa khô, nước biển tràn vào sông và lẫn với nước ngọt như thể hiện bằng đường nét đứt trong hình 8. Đây là lý do tại sao trạm bơm Hải Thịnh chỉ hoạt động cho mục đích thoát nước chứ không phải để tưới tiêu quanh năm.



Hình 8. Đường nước khí tượng địa phương (đường nét liền) và thành phần đồng vị của nước biển lấy từ cửa sông Ninh Cơ (ô vuông xanh hở) và của trạm bơm Hải Thịnh tại sông Ninh Cơ vào mùa mưa (tam giác rỗng màu đỏ) và mùa khô (tam giác đặc màu đỏ) thể hiện thành phần đồng vị của nước tưới trong khu vực

#### Thành phần đồng vị của nước trong đất

Hình 9 mô tả mối liên hệ giữa  $\delta^2\text{H}$  vs.  $\delta^{18}\text{O}$  đối với nước trong tầng đất canh tác (0 – 20) cm trong mùa mưa (tháng 8) và mùa khô (tháng 12).



Hình 9. So sánh các thành phần đồng vị của nước lỗ rỗng trong tầng đất canh tác của khu vực nghiên cứu và của sông Ninh Cơ (trạm bơm Hải Thịnh) trong mùa mưa và mùa khô

Hình 9 cho thấy nước trong lớp đất canh tác là từ sông Ninh Cơ và đây là nguồn nước tưới chính trong khu vực.

#### Đặc tính của đất

Bảng 1 chỉ ra các đặc tính của đất trong vùng rẫy. Trong Bảng 1, các đặc tính của đất trong lớp bề mặt sâu (0-20) cm là giá trị trung bình của chín vị trí lấy mẫu trên ruộng nghiên cứu, còn đối với lớp đất từ độ sâu 20 cm trở xuống, đặc tính là giá trị trung bình của 3 vị trí dọc theo đường chéo của ruộng. Những phân tích này được thực hiện trước khi ruộng được chia thành hai ruộng nhỏ để nghiên cứu những ưu điểm của phương pháp tưới tiêu được cải thiện.

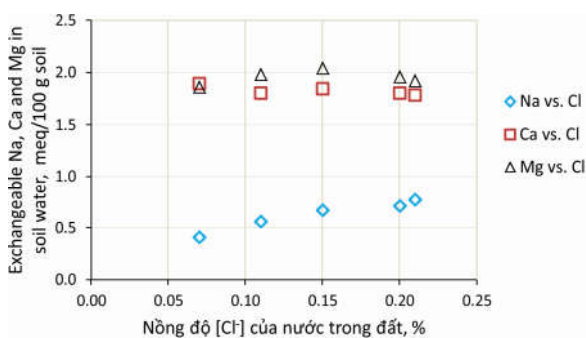
Kết quả được trình bày trong Bảng 1 phù hợp với các kết quả được xác định bởi Phạm Anh Tuấn và cộng sự (2013). Đất bề mặt có tính axit nhẹ ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5.4) và đại diện cho một loại đất sét phù hợp với phân loại của DoA của Hoa Kỳ. Kết quả trong Bảng 1 cho thấy, trong mùa mưa, muối trong đất bề mặt di chuyển xuống dưới do trọng lực của nó sao cho trong lớp đất sâu (40-60) cm, nồng độ clorua tăng gấp đôi so với lớp đất mặt (Bảng 1). Dường như trong vùng rẫy, quá trình khử mặn xảy ra trong mùa mưa bởi vì nồng độ clorua trong nước tăng khi tăng hàm lượng natri trao đổi

trong đất, trong khi đó hàm lượng canxi và magiê trao đổi không thay đổi nhiều khi tăng nồng độ clorua (Bảng 1) và Hình 10).

**Bảng 1. Đặc tính của đất trong ruộng nghiên cứu**

(các đặc tính của đất trong lớp bề mặt sâu (0-20) cm là giá trị trung bình của chín vị trí lấy mẫu, còn đối với lớp đất từ độ sâu 20 cm trở xuống, đặc tính là giá trị trung bình của 3 vị trí dọc theo đường chéo của ruộng  
Thời gian lấy mẫu: Tháng 8/2013)

Độ sâu, cm	Hàm lượng thành phần (tổng cộng), %				pH(KCl)	CEC, meq/100 g đất	Ion dương trao đổi, meq/100g đất				Kết cấu, %		
	N(NO <sub>3</sub> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> )	K <sub>2</sub> O(K <sup>+</sup> )	Cl <sup>-</sup>			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	cát	sét	bùn
0-20	0,24	0,16	0,52	0,07	5,4	5,34	0,41	0,10	1,89	1,96	2,8	11,9	85,3
20-40	0,12	0,15	0,36	0,11	5,8	5,04	0,56	0,05	1,80	1,98	2,6	13,1	84,3
40-60	0,08	0,07	0,32	0,15	6,5	4,96	0,67	0,04	1,84	2,04	6,1	13,5	80,4
60-80	0,05	0,05	0,30	0,21	6,0	5,12	0,77	0,03	1,78	1,92	3,4	8,3	88,3
80-100	0,06	0,05	0,32	0,20	6,8	4,07	0,71	0,05	1,80	1,96	3,2	10,5	86,3



**Hình 10. Mối liên hệ giữa nồng độ clo trong nước và hàm lượng Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> và Mg<sup>2+</sup> trao đổi trong đất là bằng chứng cho sự khử mặn trong đất**

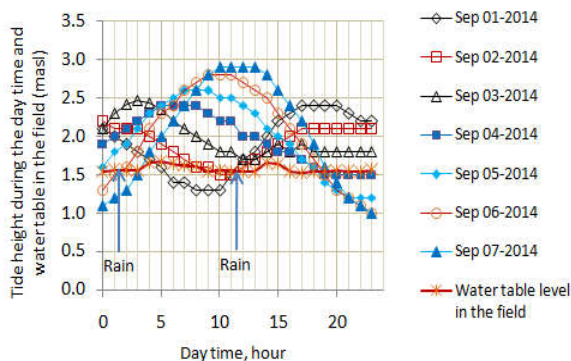
Người ta cho rằng nước ngọt tưới tiêu lấy từ sông hòa tan muối bị đọng lại trong các lỗ rỗng của đất và nước mặn khuếch tán xuống bởi lực hấp dẫn làm cho nước trong lớp đất sâu hơn lớp

canh tác mặn hơn (Bảng 1).

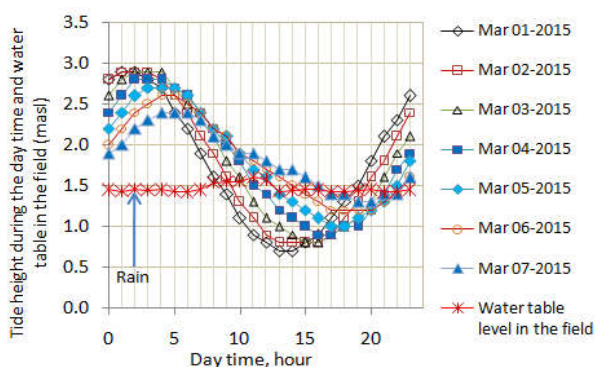
### **Ảnh hưởng của thủy triều đến độ mặn của nước tại vùng rẫy trong khu vực nghiên cứu**

Hình 11 và 12 mô tả sự thay đổi mực nước triều và mực nước ngầm trong khu vực nghiên cứu vào đầu tháng 9 năm 2014 và tháng 3 năm 2015. Mực nước triều được lấy từ hồ sơ của trạm quan trắc thủy văn Quảng Phúc nằm cách 50 km về phía Đông Bắc cửa sông Hồng (NCMH, 2014; 2015). Nghiên cứu đã chỉ ra rằng mực nước ngầm trong vùng rẫy gần như không thay đổi khi có sự thay đổi mực nước triều. Người ta đã nhìn thấy sự dịch chuyển nhỏ của mực nước ngầm trong đường ống dẫn mực nước ngầm ở cả hai mùa, nhưng điều này không có nghĩa là nước biển xâm nhập vào ruộng. Sự thay đổi mực nước ngầm được cho là

do trận mưa cách đó vài giờ, như đánh dấu trong Hình.



Hình 11. Sự thay đổi mực nước triều và mực nước ngầm (tính bằng m trên mực nước biển, masl) trong mùa mưa (tháng 9 năm 2014)

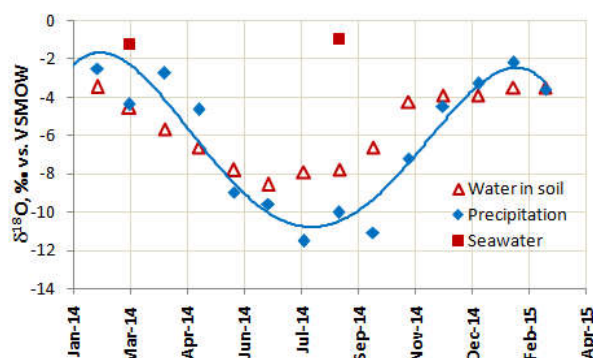


Hình 12. Sự thay đổi mực nước triều và mực nước ngầm (masl) trong mùa khô (tháng 3 năm 2015)

Vào mùa khô, mực nước ngầm thấp hơn một chút so với mùa mưa. Giá trị trung bình của mực nước trong mùa khô là 1,46 m (asl) còn trong mùa mưa là 1,54 m (asl). Từ Hình 11 và 12, có thể kết luận rằng trong khu vực nghiên cứu, nước ngầm trong vùng rãnh không bị ảnh hưởng bởi thủy triều, nói cách khác, trong khu vực không có xâm nhập mặn.

Mô hình biến đổi của đồng vị oxy-18 trong nước tại vùng rãnh tương tự như trong nước mưa

và nước từ sông Ninh Cơ trong cả mùa mưa và mùa khô như trong Hình 13.



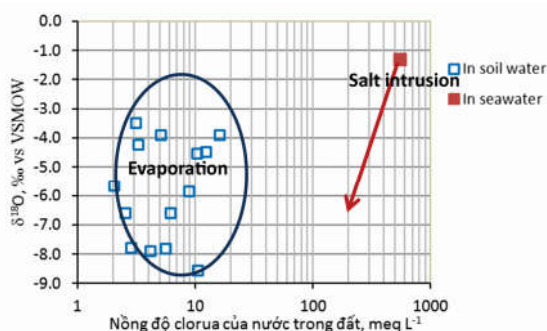
Hình 13. Mô hình biến đổi đồng vị <sup>18</sup>O trong nước tại vùng rãnh và lượng mưa trên khu vực nghiên cứu trong cả mùa mưa và mùa khô

Như đã thấy trong Hình 13, giữa hai mùa lúa trong mùa mưa, từ tháng 6 đến tháng 9, thành phần đồng vị của <sup>18</sup>O trong nước tại vùng rãnh dường như nhiều hơn so với trong nước mưa. Điều này có thể được giải thích bởi thực tế là khoảng một tháng trước khi thu hoạch lúa, nông dân địa phương tháo hết nước mặn ra khỏi ruộng và sau khi tách hạt từ rơm rạ trên ruộng, cặn rơm bị đốt cháy khiến cho ruộng trống không và nứt nẻ dưới thời tiết nóng như đã mô tả ở trên. Đất nứt tạo điều kiện cho nước trong vùng rãnh bốc hơi mạnh khiến cho thành phần đồng vị của các đồng vị nặng trong nước tăng lên.

Phương pháp canh tác được áp dụng trong khu vực có thể dẫn đến mất nhiều nước. Không chỉ vậy mà thực tế phương pháp này không thể làm cho muối hòa tan trong nước tưới trong mùa canh tác để xâm nhập xuống sâu hơn vùng rãnh (khử muối) bởi trọng lực, sau đó trong khoảng thời gian giữa hai mùa lúa (Tháng Bảy-Tháng Chín) muối di chuyển lên trên dưới sự bay hơi. Hình 14 mô tả một biểu đồ của  $\delta^{18}O$  so với



nồng độ clorua trong nước trong vùng gốc. Gaye (2001), Clark và Fritz (1997) đã chỉ ra rằng việc tăng thành phần oxy-18 trong nước ngầm xảy ra cùng với sự thay đổi không đáng kể nồng độ clorua là do sự bốc hơi.



Hình 14. Biểu đồ nồng độ  $\delta^{18}O$  và clorua trong nước lỗ rỗng cho thấy hàm lượng muối trong nước cao là do sự bốc hơi nhưng không phải do xâm nhập mặn

Kỹ thuật đồng vị với việc sử dụng đồng vị  $\delta^{18}O$  của nước trong đất cho thấy phương pháp canh tác truyền thống có thể làm cho muối trong đất hòa tan và sau đó hấp thụ lại trên bề mặt đất khi nước bốc hơi dưới thời tiết nóng nhưng lại không thể khử muối. Hiện tại, xâm nhập mặn không xảy ra ở khu vực nghiên cứu. Kết luận này mở ra hướng phát triển một phương pháp thay thế để tạo thuận lợi cho việc khử muối trong vùng rễ để loại bỏ tác động của muối đối với năng suất của cây trồng.

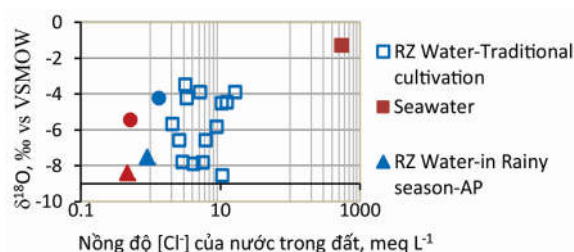
#### ***So sánh các thành phần hóa học và đồng vị $\delta^{18}O$ trong nước tại vùng rễ trong ruộng nhỏ tham chiếu và trong ruộng nhỏ áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế***

Phương pháp tưới tiêu thay thế được đề cập ở đây nghĩa là nước phải được duy trì trong ruộng quanh năm mà không được thoát nước để muối có thể hòa tan và xâm nhập xuống dưới vùng rễ

bằng trọng lực.

Bảng 2 cho thấy các chất hóa học và đồng vị oxy-18 ( $\delta^{18}O$ ) trong nước tại vùng rễ của ruộng tham chiếu trong hệ-thu (H-T) và đông-xuân (Đ-X). Bảng 3 trình bày các kết quả các thông số tương tự của nước nhưng đối với ruộng áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế. Trong Bảng 3, số liệu về lượng mưa cục bộ (P) trong hai mùa cũng được trình bày.

Như đã thấy trong Bảng 2 và Bảng 3, độ pH của nước trong vùng rễ của ruộng tham chiếu là 8,3 và khác với độ pH 6,7 trong ruộng nhỏ áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế. Sự gia tăng độ pH trong nước trong trường hợp này thực sự là kết quả của việc hòa tan muối và trao đổi ion  $Na^+-Ca^{2+}$ . Nồng độ natri và clorua trong nước của ruộng tham chiếu cao hơn rất nhiều so với nồng độ của ruộng áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế.



Hình 15. Nồng độ clorua trong nước tại vùng rễ (RW) trong ruộng nhỏ áp dụng phương pháp tưới mới (NIP) đã giảm nhiều so với nồng độ trong ruộng tham chiếu cho thấy ưu điểm của NIP trong quá trình khử muối tại vùng rễ.

Trong ruộng áp dụng phương pháp tưới tiêu mới, có vẻ như sau bốn mùa lúa, nhiều muối trong đất bề mặt đã được rửa sạch bởi nước tưới và hầu hết nước mặn xâm nhập vượt ra

ngoài vùng rễ bởi lực hấp dẫn để lại phần nước ngọt như nước sông với độ mặn dưới 100 mg L<sup>-1</sup> (Bảng 3). Giả sử rằng nước trong vùng rễ là hỗn hợp của nước mưa cục bộ và nước sông và dựa trên độ pH của hai loại nước (Bảng 3), ta có thể tính toán sự đóng góp của từng loại nước vào hỗn hợp nước bằng mô hình phân tử hai đầu. Do đó, trong vụ Đông-Xuân (vào tháng 3 năm 2016) trong ruộng áp dụng phương pháp tưới, nước trong vùng rễ gồm khoảng 40% nước sông và

60% nước mưa có thể đọng lại từ vụ trồng Hè-Thu trước đó. Trong cả hai mùa và cả hai ruộng, đồng vị nặng của oxy trong nước tại vùng rễ luôn luôn tăng nhiều hơn so với mực nước sông (Bảng 2 và 3) ngụ ý sự bay hơi của nước dưới điều kiện thời tiết nóng.

Như có thể thấy trong hình 15, việc duy trì nước tưới trong ruộng quanh năm có thể tạo điều kiện thuận lợi cho muối trong vùng rễ hòa tan và di chuyển đến các lớp đất sâu hơn trong canh tác lúa

**Bảng 2. Các chất hóa học và đồng vị của oxy-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) trong nước tại vùng rễ của ruộng tham chiếu trong vụ hè-thu (tháng 8 năm 2015-2016) và vụ đông- xuân (tháng 3 năm 2016-2017) mùa trồng trọt**

Mẫu ID	pH	Na <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		K <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Ca <sup>2+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Mg <sup>2+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Cl <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		<sup>18</sup> O, ‰ vs. VSMOW	
		03/2016	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16	03/2016-17	08/2015-16
SW	7,5	11,0	15,7	2,3	3,2	20,39	18,9	7,3	7,3	1,5	0,8	15,0	13,6	0,28	0,2	24,6	16,3	109,8	113,5	-8,23	-5,58
RZW1	8,3	108,4	162,5	11,3	16,4	68,7	48,3	10,5	11,8	13,5	11,2	276,7	328,31	15,2	12,8	4,8	2,6	120,4	123,5	-7,28	-4,17

**Bảng 3. Các chất hóa học và đồng vị của oxy-18 trong nước tại vùng rễ của ruộng nhỏ áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế trong vụ hè-thu (tháng 8 năm 2015) và vụ đông-xuân (tháng 3 năm 2016)**

Mẫu ID	pH	Na <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		K <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Ca <sup>2+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Mg <sup>2+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg L <sup>-1</sup>		Cl <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg L <sup>-1</sup>		<sup>18</sup> O, ‰ vs. VSMOW	
		03/2016	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17	03/2017-18	08/2016-17
SW	7,5	11,0	15,7	2,3	3,2	20,3	18,9	7,3	7,3	1,5	0,8	15,0	13,6	0,28	0,2	24,6	16,3	109,8	113,5	-8,23	-5,58
RZW2	6,7	5,8	6,1	7,7	7,1	23,6	26,8	7,2	6,3	13,7	12,1	31,1	46,5	12,5	12,7	5,2	4,3	138,8	137,5	-7,95	-4,38
P							6,2			0,45	0,47	0,39	0,41	1,82	2,58	0,12	0,23	nd	nd	2,64	3,76

Trong Bảng 2 và Bảng 3, SW nghĩa là nước mặt (nước từ sông Ninh Cơ); RZW1 và RZW2 lần lượt là nước tại vùng rễ trong ruộng nhỏ tham chiếu và trong ruộng nhỏ áp dụng phương pháp tưới tiêu thay thế; P nghĩa là lượng mưa cục bộ; nd: không

Trong lĩnh vực áp dụng phương pháp tưới mới, nồng độ clorua trong nước tại vùng rễ đo được là 31.1 và 46.5 mg L<sup>-1</sup> (0.89 và 1.31 meq L<sup>-1</sup>) tương ứng cho vụ trồng Hè-Thu và Đông-Xuân. Trong khi đó, trong ruộng tham chiếu, nồng độ clorua lên tới 277 mg L<sup>-1</sup> (7.8 meq L<sup>-1</sup>) và 328 mg L<sup>-1</sup> (9 meq L<sup>-1</sup>) tương ứng cho vụ trồng Hè-Thu và Đông-Xuân (Bảng 2, 3) và Hình 15).

Kết quả này cho thấy một thực tế là việc duy trì tưới nước ngọt cho toàn ruộng quanh năm đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc khử mặn và muối được hòa tan để xâm nhập xuống dưới sâu hơn vùng rễ. Bằng cách này, năng suất cây trồng có thể cải thiện. Năng suất hạt gạo được sản xuất từ hai ruộng được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4. Năng suất hạt gạo được sản xuất từ ruộng tham chiếu và ruộng áp dụng phương pháp tưới mới trong các vụ trồng Hè-Thu và Đông-Xuân từ năm 2015 đến 2017**

Ruộng	Năng suất, tấn ha <sup>-1</sup>					
	Vụ Hè-Thu			Vụ Đông-Xuân		
	Hạt lép	Hạt đầy	Tổng cộng	Hạt lép	Hạt đầy	Tổng cộng
Tham chiếu	0,28±0,11	5,63±0,2 3	5,91±0,17	0,37±0,13	5,47±0,16	5,84±0,15
Áp dụng phương pháp tưới tiêu mới	0,14±0,12	5,77±0,2 5	5,91±0,18	0,15±0,14	5,63±0,14	5,78±0,14

Như đã thấy trong Bảng 4, năng suất lúa đầy hạt ở cả hai ruộng trong vụ trồng Hè-Thu cao hơn so với vụ trồng Đông-Xuân. Điều này có thể do sự khác biệt trong điều kiện thời tiết giữa hai mùa. Trong giai đoạn 2015-2017, nhiệt độ không khí trung bình trong mùa đông chỉ có 15-16 °C và nhiệt độ này không thích hợp để lúa phát triển hệ thống rễ, đặc biệt là trong giai đoạn đầu, từ ngày đầu đến ngày thứ mười sau khi cấy. Mặt khác, từ Bảng 4, chúng ta cũng có thể thấy rằng năng suất của tổng số hạt được sản xuất từ hai ruộng trong hai mùa được so sánh với nhau từ 5,8 đến 5,9 tấn ha<sup>-1</sup>. Tuy nhiên, hạt lép trong ruộng chiếu chiếm từ 280 đến 370 kg ha<sup>-1</sup>, cao gấp gần 2 lần so với ruộng áp dụng phương pháp tưới mới. Dường như phương pháp tưới tiêu mới đã cải thiện các điều kiện như vận chuyển dinh dưỡng cho cây trồng để sản xuất thành công hạt lúa đầy, làm tăng năng suất hạt có thể ăn được.

### **KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ**

Độ mặn trong nước lỗ rỗng tại vùng rễ ở các cánh đồng lúa vùng ven biển thuộc huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định, Bắc Việt Nam có liên quan đến trầm tích biển tồn tại kể từ khi đồng bằng sông Hồng được hình thành. Nước tưới làm cho độ mặn trong các lỗ rỗng lắng xuống/khuếch tán vào trong nước. Tuy nhiên, phương pháp canh tác truyền thống bao gồm thoát nước tưới trước khi thu hoạch lúa sau đó cắt rom và đốt cháy không cho phép nước mặn xâm nhập xuống dưới bởi trọng lực, do đó độ mặn vẫn tồn tại trong đất tại vùng rễ. Chúng tôi khuyến nghị rằng dùng bao giờ xả nước tưới và không được làm sạch đồng ruộng để giảm sự bốc hơi tạo ra áp lực thủy lực nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho nước mặn trong vùng rễ thâm nhập vào xuống độ sâu dưới vùng rễ bằng trọng lực.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Appelo CAJ, và Postma D., 2007. Địa hoá học, nước ngầm và ô nhiễm, Ấn bản lần thứ 2. Nhà xuất bản Balkema, Amsterdam, Hà Lan, 649 trang.
- [2] Clark ID, và Fritz P, 1997. Các đồng vị môi trường trong Thủy văn. Nhà xuất bản Lewis,

- Boca Raton, NY, 311 trang
- [3] Coplen TB (1994) Báo cáo về sự phong phú các đồng vị hydro, carbon và oxy ổn định. *Pure & Appl Chem* 66: 273-276
- [4] Đặng Đức Nhận, Dương Hải Sinh, Khương Minh Cường và Hà Lan Anh, 2015 Quá trình thủy hóa gây ra độ mặn cao trong nước tại vùng rẫy ở một cánh đồng lúa thuộc huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định (miền Bắc Việt Nam). Báo cáo tiến độ cho IAEA đối với RC Số 17915-R1, 6 trang.
- [5] Fontenelle J-P, 2001 Phân cấp quản lý nước ở đồng bằng sông Hồng, Việt Nam: Một quá trình chuyển đổi chưa hoàn thành đối với quản trị địa phương. Tài liệu cho Hội nghị IASCP lần thứ 8, Bloomington, 31/05-4/06/2001
- [6] Gaye CB, 2001 Các kỹ thuật đồng vị để theo dõi sự xâm nhập mặn vào nước ngầm. Báo cáo được trình bày tại Hội nghị quốc tế đầu tiên về Giám sát, Mô hình hóa và Quản lý Xâm nhập mặn và Tầng chứa nước ven biển. Essaouira, Morocco, ngày 23-25 tháng 4, 11 trang.
- [7] IAEA, 2002 Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế: Bản tin về Nước và Môi trường của Bộ phận Thủy văn Đồng vị, Số 16, tháng 11 năm 2002: 5, Vienna, Áo
- [8] Đặng Đức Nhận, Dương Hải Sinh, Khương Minh Cường, Heng LK, Nguyễn ML, 2012 Hiệu quả sử dụng nước của cà phê (Robusta) theo phương pháp tưới tưới nhỏ giọt trên cao nguyên Tây Nguyên, Việt Nam. Theo FAO/IAEA về: “Quản lý đất để bảo đảm an ninh lương thực, giảm thiểu tác động và thích ứng khí hậu”, Vienna, Áo, tháng 7, 303-308 trang